



ORIGINAL RESEARCH PAPER

A model for water supply insurance for agricultural products

E. Khajepoor^{1,*}, A.A. Keykha¹, Gh. Soltani², M. Saboohi Sabooni¹, A. Kiani Rad³

¹Department of Agricultural Economics, Zabol University, Sistan and Baluchistan, Iran

²Department of Agricultural Economics, Shiraz University, Fars, Iran

³Department of Agricultural Economics and Planning Research, University of Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 31 October 2012

Revised: 15 December 2012

Accepted: 26 August 2013

Keywords

Water Supply Insurance; Crop Insurance; Hirmand River; Simulation; Copula.

ABSTRACT

Agricultural activities in the Sistan region are completely dependent on the water of the Hirmand River. The water of the Hirmand River has fluctuated greatly, so that in the past years, the people of the region have always suffered from terrible floods and continuous droughts. The purpose of this research is to introduce and analyze different river flow insurance plans as one of the solutions to reduce the income fluctuations of farmers in Sistan region. In this research, first, the stochastic process of Hirmand river flow was simulated by Capiola method for two growing seasons using the monthly information of Hirmand river flow from 1336-1388. Then, using planning, econometric and simulation techniques, the relationship between the amount of water available to farmers and their gross profit was estimated. Finally, by presenting different river flow insurance plans in the model, the effects of these plans in reducing the risk of farmers' gross profit were analyzed. The research results showed that the use of different insurance schemes can be effective in reducing the fluctuations of farmers' gross profit.

***Corresponding Author:**

Email: elhamefalagh@gmail.com

DOI: [10.22056/ijir.2013.03.06](https://doi.org/10.22056/ijir.2013.03.06)



مقاله علمی

الگویی برای بیمه عرضه آب برای محصولات کشاورزی

الهام خواجه پور^{۱*}، احمدعلی کیخا^۱، غلامرضا سلطانی^۲، محمود صبوحی صابونی^۱، علی کیانی راد^۳

^۱ گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، سیستان و بلوچستان، ایران

^۲ گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز، فارس، ایران

^۳ گروه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران

چکیده:

فعالیت‌های کشاورزی در منطقه سیستان کاملاً به آب رودخانه هیرمند وابسته است. آب رودخانه هیرمند نوسانات شدیدی داشته است، به طوری که در سال‌های گذشته مردم منطقه از سیالاب‌های مهیب و خشکسالی‌های مداوم همیشه در رنج بوده‌اند. هدف این تحقیق معرفی و تحلیل طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه به عنوان یکی از راه حل‌های کاهش نوسانات در آمدی زارعین منطقه سیستان است. در این تحقیق ابتدا، فرایند تصادفی جریان رودخانه هیرمند به روش کاپیولا برای دو فصل رشد با استفاده از اطلاعات ماهانه جریان رودخانه هیرمند از سال ۱۳۸۸-۱۳۳۶ شبیه‌سازی شد. سپس، با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی، اقتصادسنجی و شبیه‌سازی روابط بین میزان آب در دسترس زارعین و سود ناخالص آنها برآورد گردید. در نهایت با ارائه طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه در مدل، اثرات این طرح‌ها در کاهش ریسک سود ناخالص زارعین تحلیل گردید. نتایج تحقیق نشان داد که به کارگیری طرح‌های مختلف بیمه می‌تواند در کاهش نوسانات سود ناخالص کشاورزان مؤثر باشد.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۱

تاریخ داوری: ۲۵ آذر ۱۳۹۱

تاریخ پذیرش: ۰۴ شهریور ۱۳۹۲

کلمات کلیدی

بیمه عرضه آب

بیمه محصولات کشاورزی

رودخانه هیرمند

شبیه‌سازی

کاپیولا

*نویسنده مسئول:

ایمیل: elhamefalagh@gmail.com

DOI: [10.22056/ijir.2013.03.06](https://doi.org/10.22056/ijir.2013.03.06)

دسترسی به آب آبیاری یکنواخت یک عامل کلیدی برای ثبات و افزایش درآمد زارعین و مساعدت به رفاه کلی خانوارهای روستایی در کشورهای در حال توسعه است. برای مثال، محققان دریافت‌هایند که دسترسی به عرضه آب مطمئن می‌تواند با توجه به اندازه مزروعه بین ۳۵ تا ۱۵۵ درصد درآمد را افزایش دهد (Akssell and Skees, 2008). به دلیل میزان بارندگی کم (متوسط ۵۰ میلی‌متر در سال) و فقدان منابع آب زیرزمینی در منطقه سیستان، تنها منبع آب آبیاری در این منطقه، رودخانه هیرمند است. آمار جریان این رودخانه (رودخانه سیستان شعبه‌ای از رودخانه هیرمند است که از مرز ایران و افغانستان به داخل ایران وارد می‌شود و دشت سیستان را سیراب می‌کند) طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۳۶، نشان‌دهنده نوسانات زیاد از میزان تقریباً صفر در سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۰ تا ۷۸۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۶۹ است. این نوسانات در میزان جریان رودخانه باعث سیلاب‌ها و خشکسالی‌های مهیب در منطقه شده است، به‌طوری‌که خشکسالی‌ها در سال‌های ۱۳۴۹-۱۳۵۰ منجر به مهاجرت جمعیتی حدود ۵۵۰۰۰ نفر از ساکنین این منطقه به سوی شمال کشور شد (Kehkha, 2005). با وجود منابع عظیم ذخیره آب در این منطقه (موسوم به چاه‌نیمه‌ها)، تا حدودی عرضه آب آبیاری در یک فصل رشد (یا یک سال زراعی) برای زارعینی که از این مخازن در زمان کم آبی رودخانه استفاده می‌کنند، از ریسک کمتری برخوردار شده است. اما، این موضوع در مورد عرضه آب آبیاری طی سال‌های متمادی به دلایلی همچون نوسانات جریان رودخانه هیرمند، نوسانات آب موجود در مخازن و نیز تغییرات اقلیمی یا تغییر سیاست‌های دولت در خصوص نحوه تخصیص آب این مخازن برای مصارف مختلف، صادق نیست و در نتیجه ریسک ناشی از عدم دسترسی به آب مطمئن طی سال‌ها بر میزان تولید و در نتیجه درآمد زارعین اثر گذاشته است. حال آنکه زارعینی که امکان دستیابی به آب مخازن چاه نیمه در زمان کم آبی رودخانه را نیز ندارند از عدم قطعیت بیشتری در تولید محصولات خود و در نتیجه، ریسک بیشتر در درآمد هم در طول یک سال زراعی و هم طی سال‌ها برخوردار بوده‌اند. تحقیق حاضر برای حل این مشکل به بررسی بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌پردازد.

بیمه جریان رودخانه، نوعی بیمه خاص یا نوعی بیمه شاخص آب‌وهوایی است که در آن یک عامل تولید (تجمعات جریان رودخانه) که همبستگی بالایی با میزان تولید کشاورزی دارد به عنوان شاخص ریسک درنظر گرفته‌می‌شود و طی یک قرارداد، بیمه‌گر (صندوق بیمه محصولات کشاورزی) به ازای دریافت مقداری حق بیمه از کشاورزان - در صورتی که میزان شاخص از یک مقدار آستانه از قبل تعیین شده کمتر شود - جبران خساراتی به بیمه‌گذار (کشاورزان) پرداخت می‌کند (Akssell and Skees, 2008).

تاریخچه بیمه محصولات کشاورزی در جهان به دهه ۱۹۳۰ در آمریکا بر می‌گردد که این کشور تعدادی از محصولات کشاورزی را در برابر رکود اقتصادی و طوفان‌های شدید در برخی مناطق بیمه کرد (Risk Management Agency, 2004). این نوع بیمه، نوعی بیمه تولیدی (یا عملکرد) و چند خطه بود که در آن بیش از یک خطه یا عامل ریسکی تحت پوشش بیمه قرار می‌گرفت. این نوع بیمه‌ها از نوع بیمه‌های سنتی است که در آن پرداخت جبران خسارت به زارعین از طریق ارزیابی خسارت واردشده به آنها از طریق بازدید تک تک مزاعم صورت می‌گیرد که کاری پر هزینه و وقت‌گیر است (United Nations, 2007). احتمال بروز مسائلی همچون مخاطرات اخلاقی^۱ و انتخاب نامساعد^۲، ممکن است کارایی این نوع بیمه‌ها را در مدیریت تولید کشاورزی کاهش دهد (Risk Management Agency, 2004). لذا، ایده بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی از اوائل ۱۹۹۹ به عنوان راه حل جایگزینی به بحث گذاشته شد (United Nations, 2007). در زمینه بیمه شاخص آب‌وهوایی تحقیقات نسبتاً زیادی در خارج از کشور صورت گرفته که اکثر بارندگی یا درجه حرارت را به عنوان شاخص ریسک درنظر گرفته‌اند که به آنها بیمه شاخص آب‌وهوایی^۳ یا مشتقات آب‌وهوایی^۴ نیز گفته می‌شود. طبق تعریف مافوا و تروی^۵، بیمه آب‌وهوایی یک روش جدید برای مدیریت ریسک است که براساس اطلاعات شفاف و ساده مشاهده شده از ایستگاه‌های آب‌وهوایی در هر مکان است. این نوع بیمه، بنگاه‌ها را قادر به مدیریت ریسک ناشی از انحرافات فصلی از مقادیر میانگین اقلیمی بلندمدت می‌سازد. همچنین، محققین زیادی در تحقیقات خود اغلب سعی بر معرفی شاخص‌های آب‌وهوایی و بررسی ارتباط آنها با میزان تولید محصولات مختلف کشاورزی در مناطق گوناگون داشته‌اند. برای مثال نتایج تحقیقات بامبا^۶، بروستد و همکاران^۷، گینه و همکاران^۱، کارایی و همکاران^۲، هائو و اسکیز^۳، هائو و

¹. Moral Hazards

². Adverse Selection

³. Weather Index Insurance

⁴. Weather Derivatives

⁵. Mafoua and Turvey, 2003

⁶. Bamba, 2004

⁷. Breustedt et al., 2008

همکاران^۴، زولی و اسکیز^۵ نشان می‌دهد که شاخص‌های آب‌وهوایی می‌توانند ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری ریسک تولید کشاورزی باشند و به دنبال آن بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی نیز می‌توانند به عنوان ابزار مناسب برای مدیریت ریسک تولید کشاورزی در نظر گرفته شوند. در این میان، برخی تحقیقات به مشتقات آب‌وهوایی که تفاوت اندکی با بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی در جزئیات قرارداد و نحوه پردازش حساب‌ها دارند به عنوان ابزار مدیریت ریسک تولید کشاورزی پرداخته‌اند (Jewson and Anders, 2005). برای مثال، استیون و همکاران^۶ استوپا و هس^۷ و دنوف و بارت^۸ معرفی و کاربرد مشتقات آب‌وهوایی در مناطق گوناگون و برای محصولات مختلف پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نیز که اغلب میزان بارندگی را به عنوان شاخص آب‌وهوایی در نظر گرفته‌اند گواه بر کارایی این مشتقات در مدیریت ریسک تولیدی محصولات کشاورزی است.

اما تحقیق در خصوص بیمه جریان رودخانه تنها توسط اکسل و اسکیز^۹ صورت گرفته است. آنها بیمه شاخص جریان رودخانه را به عنوان بیمه آبیاری برای مدیریت نوسانات درآمدی حاصل از نوسانات جریان رودخانه ریومایو^{۱۰} در شمال غرب معرفی کردند. منبع تأمین آب مورد نیاز آبیاری در این تحقیق، آب ذخیره‌شده در مخزن موجود در منطقه مورد نظر بود که توسط رودخانه ریومایو تغذیه می‌شد و میزان آب موجود در آن، به دلیل تصادفی بودن جریان رودخانه به طور تصادفی تغییر می‌کرد. آنها در تحقیق خود با استفاده از خصوصیات هیدرولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد نظر و با کاربرد استراتژی‌های مختلف بیمه آبیاری، یک مدل شبیه‌سازی تصادفی به کاربردند که نتیجه آن توزیع‌های درآمدی مورد انتظار برای کشاورزان منطقه شمال غرب مکزیک برای حالت بدون بیمه و با بیمه و تعیین مقادیر حق بیمه و جبران‌های خسارت برای هر یک از استراتژی‌های قرارداد بیمه آبیاری بود. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که اجرای طرح بیمه آبیاری می‌تواند در کاهش نوسانات تولیدی در بخش کشاورزی مؤثر واقع شود. آنها همچنین با استفاده از معیار کارایی تصادفی با توجه به یک تابع به بررسی تقاضای بالقوه برای شرکت در این طرح بیمه پرداختند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که زارعین منطقه مورد نظر، شرکت در طرح‌های بیمه جریان رودخانه با سطح پوشش بالاتر را ترجیح می‌دهند. در خصوص بیمه محصولات کشاورزی، در داخل ایران نیز تحقیقاتی صورت گرفته است که عمدتاً مبتنی بر بیمه عملکرد می‌باشند. برای مثال، در حوزه بیمه عملکرد، کرمی و همکارانش (۱۳۸۶) و بیزان پناه و همکارانش (۱۳۸۸) به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بیمه برای محصولات مختلف کشاورزی و نیز رضایتمندی زارعین از طرح‌های بیمه پرداخته‌اند. بیزانی و کیانی‌راد (۱۳۸۳) الگوی بیمه درآمدی را تدوین کردند. اما پیرامون بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی در ایران تحقیقات محدودی انجام شده است. برای مثال، محمودی (۱۳۸۸) با استفاده از شاخص بارندگی به عنوان شاخص آب‌وهوایی، الگوی بیمه خشکسالی را برای شهرستان‌های بیرون‌جند، مشهد و بجنورد بدست آورده است. هدف از انجام این تحقیق معرفی بیمه جریان رودخانه هیرمند و ارزیابی اثرات این نوع بیمه بر کاهش نوسانات سود ناچالص کشاورزان منطقه سیستان است. همچنین تقاضای بالقوه برای طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند با استفاده از روش کارایی تصادفی با توجه به یک تابع^{۱۱} بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق یک مدل شبیه‌سازی تصادفی پویا برای کمک به اتخاذ سیاست‌های مناسب بیمه آب رودخانه هیرمند در منطقه سیستان و برای دو شهرستان زابل و زهک توسعه داده می‌شود. این مدل از اجزاء مختلفی به شرح زیر تشکیل شده است:

¹. Gin'e et al., 2007

². Karuaihe et al., 2006

³. Hao and Skees, 2003

⁴. Hao et al., 2004

⁵. Zeuli and Skees, 2005

⁶. Steven et al., 2001

⁷. Stoppa and Hess, 2003

⁸. Vedenov and Barnett, 2004

⁹. Akssell and Skees, 2008

¹⁰. Rio Mayo

¹¹. Stochastic Efficiency with Respect to a Function (SERF)

- مدل شبیه‌سازی آب جریان رودخانه هیرمند به روش کاپیولا¹: در این مدل تصادفی جریانات رودخانه به صورت تجمعات فصلی (شش ماهه اول سال زراعی از مهر تا اسفند به عنوان فصل رشد محصولات پائیزه و شش ماهه دوم سال زراعی از فروردین تا شهریور به عنوان فصل رشد محصولات بهاره) با استفاده از اطلاعات ماهانه مربوط به جریان رودخانه هیرمند (سیستان) برای سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۳۶ مدل‌سازی می‌شود. در شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی، مفاهیم همبستگی و وابستگی تصادفی میان متغیرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجاکه ضرایب همبستگی خطی و رتبه‌ای قادر به اندازه‌گیری این مفاهیم به طور کامل نیستند، لذا اخیراً در شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی روش‌های جایگزینی برای اندازه‌گیری وابستگی تصادفی میان متغیرها توسعه داده شده که از جمله مهم‌ترین این روش‌ها، روش کاپیولا است. کاپیولا تابعی است که مجموعه‌ای از توابع احتمال تجمعی حاشیه‌ای تک متغیره را به یکدیگر ملحق می‌کند و یک تابع احتمال تجمعی چند متغیره را تولید می‌کند. اگر فرض کنیم که p متغیر تصادفی وجود داشته باشد که هر یک دارای توزیع یکنواخت با میانگین صفر و واریانس یک $U(0,1)$ باشند، به صورت U_p, U_2, \dots, U_1 ، که با یکدیگر ارتباط دارند، آنگاه تابع توزیع الحاقی زیر، رابطه میان این متغیرهای تصادفی را بیان می‌کند (Kehkha, 2005):

$$C(u_1, u_2, \dots, u_p) = \Pr(U_1 \leq u_1, U_2 \leq u_2, \dots, U_p \leq u_p) \quad (1)$$

که تابع C یک کاپیولا است. برای توابع توزیع احتمال تجمعی حاشیه‌ای دلخواه $F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p)$ تابع کاپیولا می‌تواند به صورت زیر بازنویسی شود (Kehkha, 2005).

$$C(F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p)) = F(x_1, x_2, \dots, x_p) \quad (2)$$

به طوری که از رابطه ۲ مشاهده می‌شود کاپیولا اصولاً قادر به ترکیب هر شکلی از توابع احتمال تجمعی حاشیه‌ای است. مهم‌تر آنکه کاپیولا قادر به توضیح تغییرات در درجه وابستگی در بخش‌های مختلف توزیع‌های احتمال است که این خصوصیت در سایر روش‌های شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی مشاهده نمی‌شود (Kehkha, 2005). کاپیولاها اشکال مختلفی با خصوصیات مختلف دارند که از آن جمله می‌توان به کاپیولای گاسین² (نرمال)، کاپیولای کلیتون³، و کاپیولای گامبل⁴ اشاره کرد (Zimmer and Trivedi, 2007).

- مدل تخمین رابطه بین آب در دسترس کشاورزان منطقه سیستان و سود ناچالص آنها: این مدل شبیه‌سازی تصادفی، پیشتر توسط کیخا⁵ صورت گرفته است. وی در تحقیق خود نحوه انتقال آب از رودخانه سیستان را به مناطق مختلف سیستان از طریق کانال‌ها، سدها و شبکه توزیع آب شامل انتقال آب به چاهنیمه‌ها و آزادسازی آب از چاهنیمه‌ها را برای سه گروه مصرف‌کننده بخش شرب، کشاورزی و محیط زیست توصیف می‌کند. در تحقیق حاضر از این مدل با اصلاحاتی، برای اندازه‌گیری میزان آب آبیاری موجود برای زارعین شهرستان‌های زهک و زابل در دو فصل رشد و نیز میزان سود ناچالص زارعین در هر دو شهرستان استفاده می‌شود. فرمول‌های زیر چگونگی ارتباط سود ناچالص زارعین را به میزان آب آبیاری موجود در هر فصل رشد و برای هر سال زراعی نشان می‌دهد (Kehkha, 2005):

$$AgHa_T = \frac{\sum_t \min \left\{ \frac{TAWA_t}{AgReq_t}, 1 \right\}}{2} \times La \quad \text{for } t=1, 2 \quad (3)$$

$$CropArea_{Tj} = AgHa_T \times CP_j \quad (4)$$

$$TGM_T = \sum_j CropArea_{Tj} \times GM_j \quad (5)$$

$AgHa_T$: مقدار زمین کشت شده (هکتار) در سال T -
 $TAWA_t$: کل آب موجود برای کاربرد کشاورزی در فصل رشد t -

¹. Copula

². Gaussian

³. T- student

⁴. Clayton

⁵. Gumbel

⁶. Kehkha, 2005

- $AgReq_t$: کل تقاضای آب برای کشاورزی در فصل رشد.

- La : کل زمین قابل کشت (هکتار);

- $CropArea_{Tj}$: مقدار زمین زیر کشت محصول j (هکتار);

- CP_j : نسبت محصول j از الگوی کشت منطقه;

- TGM_T : کل سود ناخالص کشاورزی در سال T (ریال);

- GM_j : سود ناخالص فعالیت j (ریال/هکتار).

- در نهایت با معرفی طرح‌های مختلف بیمه به صورت قرارداد بیمه از نوع اختیار معامله¹ در مدل، میزان سود ناخالص کشاورزان با سناریوهای مختلف بیمه درباره حد آستانه شاخص، شبیه‌سازی شده و میزان حق‌بیمه و جبران خسارت برای سناریوهای مختلف بیمه محاسبه می‌شود. قراردادهای نوع اختیار معامله، قراردادهایی هستند که در آنها اگر مقدار شاخص مورد نظر از یک مقدار از پیش تعیین شده کمتر شود به خریدار قرارداد (بیمه‌گذار) مقداری به صورت جبران خسارت پرداخت می‌شود. در این تحقیق از تجمعات جریان رودخانه به عنوان شاخص استفاده می‌شود. شکل عمومی قراردادهای نوع اختیار معامله به صورت زیر است (Akssell and Skees, 2008):

$$Pt = \begin{bmatrix} 0 & I_{t-1} \geq I_c \\ (I_c - I_{t-1}) & I_{t-1} < I_c \end{bmatrix} \times TIC \quad (6)$$

- Pt : حداقل جبران خسارت پرداختی توسط بیمه‌گر در سال t ؛

- I_c : سطح بحرانی یا آستانه از قبل تعیین شده؛

- I_{t-1} : تجمعات جریان رودخانه در دوره گذشته؛

- TIC : میزان تعهدی که بیمه‌گر به ازاء هر مترمکعب از تجمعات جریان رودخانه در دوره گذشته که زیر حد آستانه (I_c) بیفتد به بیمه‌گذار (کشاورزان) می‌پردازد.

اگر فرض شود که معادله (7) نشان‌دهنده سود ناخالص زارعین بدون شرکت آنها در طرح بیمه جریان رودخانه باشد:

$$\begin{aligned} \tilde{\pi}_j &= \sum_i P_i f_i(W_i) \\ \text{s.t. } \sum_i W_i &\leq \tilde{W} \end{aligned} \quad (7)$$

- $\tilde{\pi}$: نشان‌دهنده سود ناخالص زارعین بدون شرکت آنها در طرح بیمه؛

- آ: نشان دهنده تعداد فصل‌های موجود در یک سال زراعی است؛

- P_i : میانگین سود ناخالص هر هکتار زمین کشت شده در هر فصل رشد در یک سال زراعی؛

- $f_i(W_i)$: تعداد هکتار زمین کشت شده در هر فصل رشد، W_i برای کشاورزی به کار می‌رود؛

- \tilde{W} : آب آبیاری موجود در یک سال زراعی (مقدار آن تصادفی می‌باشد).

آنگاه طرح‌های (قراردادهای) مختلف بیمه در تابع سود ناخالص زارعین طبق فرمول زیر وارد می‌شوند (Akssell and Skees, 2008).

$$\tilde{\pi}_j = \sum_i P_i f_i(W_i) - P_j + \theta \times I \left[W_g^j - \tilde{W} \right] \quad (8)$$

$$\text{s.t. } \sum_i (W_i) \leq W$$

- $\tilde{\pi}_j$: نشان‌دهنده میزان سود ناخالص تصادفی زارعین با شرکت در j طرح مختلف بیمه؛

- P_j : پرداخت مورد نیاز برای شرکت در هر طرح بیمه (حق‌بیمه)؛

- آ: جبران خسارت پرداختی برای هر واحد آب موجود برای کشاورزی که زیر یک سطح آستانه از قبل تعیین شده قرار گیرد؛

¹. option

- W_g^j : سطح آستانه از قبل تعیین شده برای آب موجود برای کشاورزی؛

- \tilde{W} : میزان آب موجود در یک سال برای کشاورزی (مقدار آن تصادفی می باشد).

در معادله فوق P_i و θ به این صورت تعریف می شوند:

$$P_j \geq I \times E \left\{ \theta \left[W_g^j - (W) \right] \right\} \quad (9)$$

$$\theta = \begin{cases} 1, \dots, 1 & W_g^j - \tilde{W} > 0 \\ 0, \dots, 1 & W_g^j - \tilde{W} < 0 \end{cases} \quad (10)$$

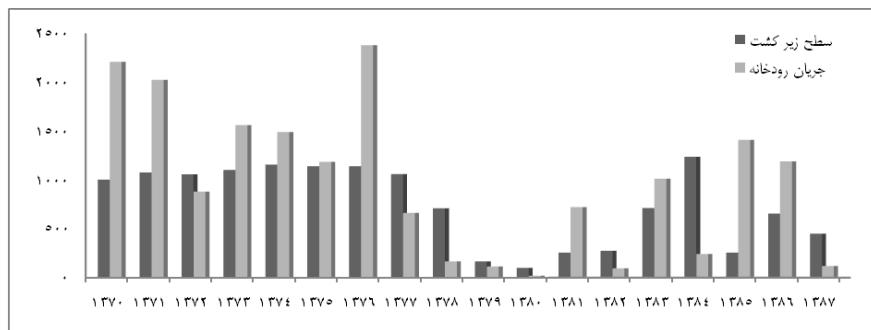
معادله (۸) نشان دهنده میزان سود ناچالص کشاورزان است زمانی که در از طرح مختلف بیمه شرکت کنند. در این حالت میزان سود ناچالص زارعین علاوه بر سود حاصل از کشاورزی که خود تابعی از آب موجود برای کشاورزی است، تابعی از حق بیمه پرداختی توسط زارعین و جبران خسارت پرداختی توسط بیمه گر نیز است. طرح های بیمه جریان رودخانه هیرمند در منطقه سیستان برای دو گروه از زارعین این منطقه معروفی می شود. گروه اول شامل کشاورزانی است که آب آبیاری مورد نیاز خود را تنها از رودخانه هیرمند دریافت می کنند و موسوم به کشاورزان شهرستان زهک هستند و گروه دوم شامل کشاورزانی است که آب آبیاری مورد نیاز خود را در صورت لزوم از چاه نیمه ها نیز می توانند دریافت کنند که موسوم به کشاورزان شهرستان زابل هستند. در این تحقیق مدل مورد نظر در نرم افزار MATLAB کدنویسی شد. این مدل با استفاده از مقادیر تصادفی تجمعات شش ماهه (فصلی) جریان رودخانه هیرمند، برای ۱۰ سال و با ۲۵۰۰ تکرار شبیه سازی شد. سپس با استفاده از معیار کاری تصادفی نسبت به یک تابع^۱ به بررسی پتانسیل بالقوه برای شرکت زارعین شهرستان های زابل و زهک در طرح های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند پرداخته شد. اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق به صورت کتابخانه ای و از طریق مطالعه کلیه متون و اسناد موجود در کتابخانه ها و ادارات دولتی از جمله سازمان امور آب سیستان، استانداری سیستان و بلوچستان، سازمان جهاد کشاورزی زابل و مؤسسه تحقیقات کشاورزی زابل به دست آمدند.

نتایج و بحث

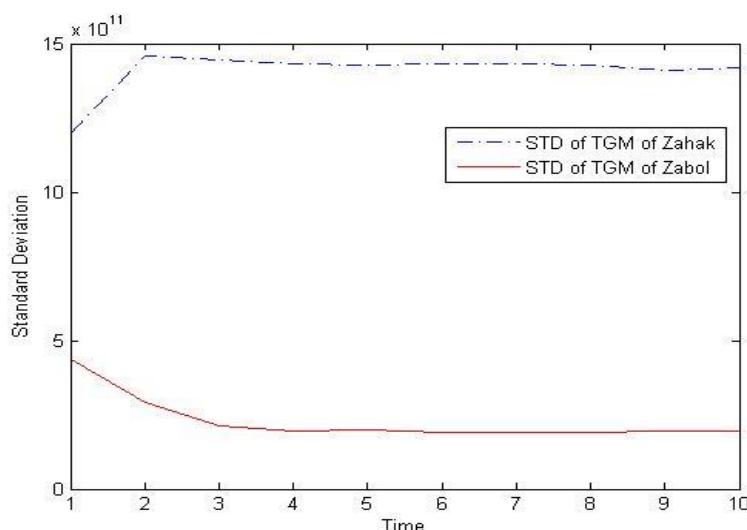
زارعین منطقه سیستان به دلیل نوسانات زیاد آب موجود برای کشاورزی، همواره از نوسانات زیاد سطح زیر کشت و در نتیجه سود ناچالص حاصل از محصولات کشاورزی خود رنج برده اند. نمودار ۱ این نوسانات را در منطقه سیستان نشان می دهد. زارعین شهرستان زهک برای آبیاری مزارع خود تنها به آب رودخانه هیرمند دسترسی دارند، در حالی که زارعین شهرستان زابل علاوه بر استفاده از آب رودخانه هیرمند امکان دسترسی به آب مخازن چاهنیمه را نیز در زمان خشک سالی و کمبود آب دارند، لذا زارعین شهرستان زابل در مقایسه با زارعین شهرستان زهک از ریسک کمتری در تولید محصولات خویش برخوردارند که نتایج تحقیق نیز مؤید این ادعای است. همان طور که نمودار ۲ نشان می دهد انحراف استاندارد سود ناچالص زارعین در شهرستان زهک به عنوان شاخصی از ریسک سود ناچالص زارعین در این شهر در همه سال های شبیه سازی شده بیشتر از مقدار این شاخص در شهرستان زابل است. در این تحقیق برای کاهش این نوسانات در سود ناچالص زارعین در منطقه سیستان، سه طرح بیمه جریان رودخانه هیرمند (سیستان) معرفی شد. این طرح ها به ترتیب با در نظر گرفتن سطح پوشش ۷۰، ۷۵ و ۸۰ درصدی، در مدل وارد شدند. نمودارهای ۳ و ۴ چگونگی اثرات اعمال این سه طرح بیمه بر انحراف استاندارد سود ناچالص زارعین شهرستان های زابل و زهک را در سال های شبیه سازی شده نشان می دهند.

^۱. Stochastic Efficiency with Respect to a Function

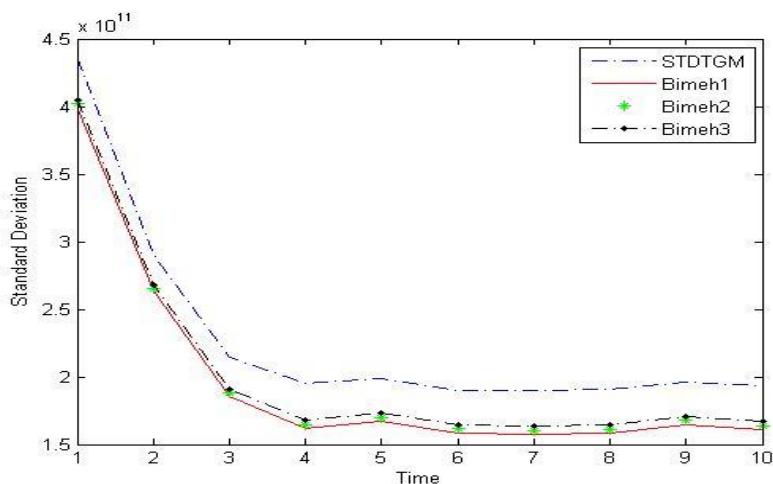
الگویی برای بیمه عرضه آب برای محصولات کشاورزی



نمودار ۱: مقادیر سطح زیر کشت و تجمعات سالانه آب رودخانه هیرمند در منطقه سیستان در سال های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷ (سطح زیر کشت بر حسب یک صد هکتار و حجم آب بر حسب میلیون متر مکعب)

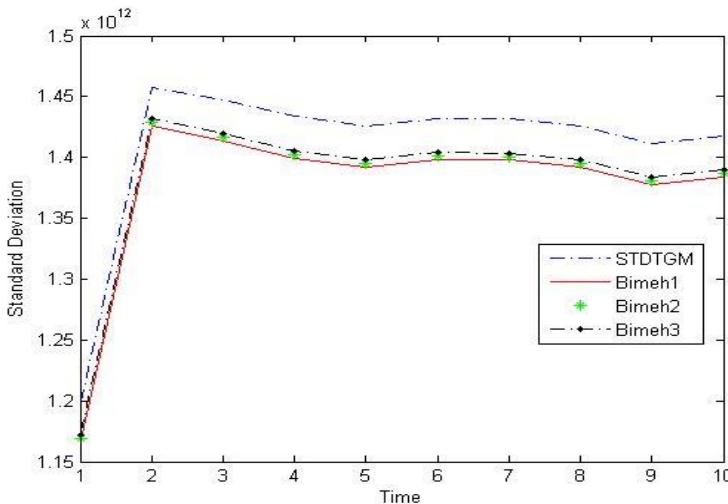


نمودار ۲: انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین شهرستان های زهک و زابل (یکصد میلیارد ریال)



نمودار ۳: انحراف استاندارد سود ناخالص کشاورزان در زابل همراه با شرکت در طرح های مختلف بیمه (یکصد میلیارد ریال)

* این سناریوها به ترتیب عبارتند از عدم شرکت در طرح بیمه (STDTGM)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۸۰ درصدی (Bimeh1)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۵ درصدی (Bimeh2) و شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۰ درصدی (Bimeh3).



نمودار ۴: انحراف استاندارد سود ناخالص کشاورزان در زهک همراه با شرکت در طرح‌های مختلف بیمه (هزار میلیارد ریال)

* این سناریوها به ترتیب عبارتند از: عدم شرکت در طرح بیمه (STDTGM)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۸۰ درصدی (Bimeh1)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۵ درصدی (Bimeh2) و شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۰ درصدی (Bimeh3).

همان‌طور که نمودارهای ۳ و ۴ نشان می‌دهند اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه هیرمند در مدل، منجر به کاهش انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین شهرستان‌های زابل و زهک به عنوان شاخص ریسک سود ناخالص آن زارعین در همه سال‌های شبیه‌سازی، می‌شود. به عبارت دیگر بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌تواند در مدیریت ریسک کشاورزی در منطقه سیستان مؤثر واقع شود. همچنین مقادیر انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان‌های زهک و زابل، به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. مقایسه مقادیر این دو جدول نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، اثر کاهشی آن بر ریسک تولیدی در شهرستان زهک (که از ریسک تولیدی بالاتری برخوردار است) نسبت به شهرستان زابل در همه سال‌های شبیه‌سازی شده (به غیر از سال اول) بیشتر است. برای مثال، در سال دوم، شرکت زارعین در اولین طرح بیمه جریان رودخانه (با سطح پوشش ۸۰ درصد) در شهرستان زهک، انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین را از ۱۴۵۷ میلیارد ریال (سناریوی اول) به ۱۴۲۶ میلیارد ریال (سناریوی دوم) معادل ۳۱ میلیارد ریال کاهش می‌دهد. در حالی که همین طرح بیمه در شهرستان زابل منجر به کاهش انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین از ۲۸۹ میلیارد ریال (سناریوی اول) به ۲۶۳ میلیارد ریال (سناریوی دوم) یعنی معادل ۲۶ میلیارد ریال می‌شود. به عبارت دیگر اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌تواند به عنوان یکی از ابزار مدیریت ریسک تولیدی زارعین در شهرستان زهک (که نسبت به شهرستان زابل آسیب‌پذیرتر است) مؤثرتر عمل کند. برای بررسی تقاضای بالقوه زارعین هر دو شهرستان برای شرکت در طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند از روش کارایی تصادفی با توجه به یک تابع استفاده شد. در این تحقیق از تابع مطلوبیت معکوس‌پذیر نمایی برای اندازه‌گیری معادل‌های اطمینان استفاده شد. سناریویی که بالاترین مقدار جبری معادل اطمینان را داشته باشد بر دیگر سناریوها ارجح است. مقادیر معادل اطمینان برای هر دو شهرستان و در ضرایب ریسک‌گریزی مختلف برای دو سال اول شبیه‌سازی، در جدول‌های ۳ تا ۶ آمده است. ضرایب ریسک‌گریزی $0.5/0.5$ تا ۴ به ترتیب نسبتاً ریسک‌گریزی تا فوق العاده ریسک‌گریزی را نشان می‌دهند. جدول ۳ نشان می‌دهد که در شهرستان زهک مقادیر معادل اطمینان در سال اول برای زارعین با درجه ریسک‌گریزی بالا دارای علامت منفی است. این علامت منفی نشان‌دهنده دیدگاه منفی این زارعین از تولید کشاورزی در شهرستان زهک به

دلیل خشکسالی‌های بی‌درپی و عدم دسترسی به ذخایر آب مخازن چاه نیمه است. اما از سال دوم به بعد در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه و شرکت در طرح‌های مختلف آن، نتایج نشان می‌دهد که امید به تولید کشاورزی و کسب سود در زارعین با درجه ریسک‌گریزی بالا هم، در این شهرستان بیشتر شده و معادل‌های اطمینان برای این زارعین با علامت مثبت ظاهر می‌شوند (جدول ۴). این در حالی است که مقادیر معادل اطمینان برای زارعین شهرستان زابل در تمامی سال‌ها با علامت مثبت ظاهر می‌شوند که نشان‌دهنده دیدگاه مثبت این زارعین یا به عبارتی خوش‌بینی نسبت به تولید کشاورزی است (جدول‌های ۵ و ۶). همچنین بررسی جدول‌های ۳ تا ۴ نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، کلیه زارعین در شهرستان زهک شرکت در اولین طرح بیمه را (که سطح پوشش بیشتری در نظر می‌گیرد)، در مقایسه با سایر سناریوهای ترجیح می‌دهند. این در حالی است که در شهرستان زابل در سال اول، زارعین نسبتاً ریسک‌گریز ترجیح می‌دهند که در طرح بیمه شرکت نکنند. اما سایر زارعین، شرکت در اولین طرح بیمه را در اولویت قرار می‌دهند (جدول ۵). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در سال دوم زارعین نسبتاً ریسک‌گریز و ریسک‌گریز (با ضرایب ۰/۰ و ۱) شرکت در طرح سوم بیمه را ترجیح می‌دهند (جدول ۶). زارعین با ضریب ریسک‌گریزی ۲، شرکت در هر سه طرح بیمه را به یک میزان بر عدم شرکت ترجیح می‌دهند و زارعین با ضرایب ریسک‌گریزی ۳ و ۴ شرکت در طرح اول بیمه را بر دیگر سناریوهای ترجیح می‌دهند. در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، هرچه زارعین شهرستان زابل در سال دوم ریسک‌گریزتر باشند شرکت در طرح اول بیمه را مانند زارعین شهرستان زهک بر دیگر سناریوهای ترجیح می‌دهند.

جدول ۱: انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان زهک (میلیارد ریال)

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم*
۱۱۹۷				۱۱۶۵	۱۱۶۹	۱۱۷۲	
	۱۴۵۷			۱۴۲۶	۱۴۲۹	۱۴۳۲	
		۱۴۴۷		۱۴۱۴	۱۴۱۷	۱۴۲۰	
			۱۴۳۴	۱۳۹۹	۱۴۰۲	۱۴۰۵	
			۱۴۲۶	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۸	
			۱۴۳۲	۱۳۹۸	۱۴۰۱	۱۴۰۴	
			۱۴۳۲	۱۳۹۸	۱۴۰۱	۱۴۰۴	
			۱۴۲۶	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۸	
			۱۴۱۲	۱۳۷۸	۱۳۸۱	۱۳۸۴	
			۱۴۱۷	۱۳۸۴	۱۳۸۷	۱۳۹۰	

* سناریوهای اول تا چهارم به ترتیب عبارت‌اند از عدم شرکت در طرح‌های بیمه، شرکت در طرح بیمه با ۸۰٪ سطح پوشش، شرکت در طرح بیمه با ۷۵٪ سطح پوشش و شرکت در طرح بیمه با ۷۰٪ سطح پوشش.

جدول ۲: انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان زابل (میلیارد ریال)

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم*	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم
۴۳۶	۳۹۹	۴۰۲	۴۰۵	۴۲۶	۲۶۳	۲۶۶	۲۶۸
۲۹۰	۲۶۳	۲۶۶	۱۹۱	۲۱۵	۱۸۶	۱۸۸	۱۹۱
۱۹۵	۱۶۲	۱۶۵	۱۶۸	۱۹۵	۱۶۲	۱۶۵	۱۷۳
۱۹۹	۱۶۷	۱۷۰	۱۷۳	۱۹۹	۱۶۷	۱۷۰	۱۶۵
۱۹۰	۱۵۹	۱۶۲	۱۶۵	۱۹۰	۱۵۹	۱۶۲	۱۶۳
۱۹۰	۱۵۷	۱۶۰	۱۶۳	۱۹۰	۱۵۷	۱۶۰	۱۶۴
۱۹۱	۱۵۸	۱۶۱	۱۶۴	۱۹۱	۱۵۸	۱۶۱	۱۶۴
۱۹۶	۱۶۵	۱۶۸	۱۷۱	۱۹۶	۱۶۵	۱۶۸	۱۷۱
۱۹۳	۱۶۱	۱۶۴	۱۶۷	۱۹۳	۱۶۱	۱۶۴	۱۶۷

الگویی برای بیمه عرضه آب برای محصولات کشاورزی

* سناریوهای اول تا چهارم به ترتیب عبارت‌اند از عدم شرکت در طرح‌های بیمه، شرکت در طرح بیمه با ۸۰٪ سطح پوشش، شرکت در طرح بیمه با ۷۵٪ سطح پوشش و شرکت در طرح بیمه با ۷۰٪ سطح پوشش.

جدول ۳: مقادیر معادل اطمینان در سال اول، شبیه‌سازی شده در شهرستان زهک (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گریزی					سناریوهای
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
-۰/۷۳	-۰/۲۱	۰/۳۱۷	۰/۸۴۲	۱/۱	عدم شرکت در طرح بیمه
-۰/۶۲۴۳	-۰/۱۲۷	۰/۳۷۰۳	۰/۸۶۷۶	۱/۱۱۶۲	شرکت در طرح اول بیمه
-۰/۶۳۵۸	-۰/۱۳۵۶	۰/۳۶۴۷	۰/۸۶۴۹	۱/۱۱۵۱	شرکت در طرح دوم بیمه
-۰/۶۴۷۵	-۰/۱۴۴۳	۰/۳۵۹	۰/۸۶۲۲	۱/۱۱۳۸	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۴: مقادیر معادل اطمینان در سال دوم، شبیه‌سازی شده در شهرستان زهک (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گریزی					سناریوهای
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۰/۶۲۹	۱/۰۷	۱/۵۱	۱/۹۶	۲/۱۸	عدم شرکت در طرح بیمه
۰/۶۹۹۵	۱/۱۲۳۷	۱/۵۴۷۹	۱/۹۷۲۱	۲/۱۸۴۲	شرکت در طرح اول بیمه
۰/۶۹۳۶	۱/۱۱۹۴	۱/۵۴۵۲	۱/۹۷۱	۲/۱۸۴	شرکت در طرح دوم بیمه
۰/۶۸۷۴	۱/۱۱۴۹	۱/۵۴۲۴	۱/۹۶۹۹	۲/۱۸۳۷	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۵: مقادیر معادل اطمینان در سال اول، شبیه‌سازی شده در شهرستان زابل (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گریزی					سناریوهای
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۱/۷۱	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۸۶	۱/۸۹	عدم شرکت در طرح بیمه
۱/۷۴۳۱	۱/۷۸۴۸	۱/۸۲۶۵	۱/۸۶۸۱	۱/۸۸۹	شرکت در طرح اول بیمه
۱/۷۴۱	۱/۷۸۳۳	۱/۸۲۵۶	۱/۸۶۷۹	۱/۸۸۹	شرکت در طرح دوم بیمه
۱/۷۳۸۷	۱/۷۸۱۶	۱/۸۲۴۶	۱/۸۶۷۵	۱/۸۸۹	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۶: مقادیر معادل اطمینان در سال دوم، شبیه‌سازی شده در شهرستان زابل (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گریزی					سناریوهای
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۲/۰۱	۲/۰۳	۲/۰۵	۲/۰۷	۲/۰۸	عدم شرکت در طرح بیمه
۲/۰۲۱۹	۲/۰۳۸۵	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۱۷	۲/۰۸	شرکت در طرح اول بیمه
۲/۰۲۱۴	۲/۰۳۸۲	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۲	۲/۰۸۰۴	شرکت در طرح دوم بیمه
۲/۰۲۰۸	۲/۰۳۷۹	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۲۳	۲/۰۸۰۸	شرکت در طرح سوم بیمه

جمع‌بندی و پیشنهادها

این تحقیق به مسئله مهمی پرداخته است که به دلیل کمبود آب و عدم اطمینان در موردی مقدار آب رودخانه هیرمند پیش روی زارعین منطقه سیستان است. نتایج به دست آمده از این تحقیق، گویای آن است که اجرای طرح بیمه جریان رودخانه هیرمند به عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک تولیدی کشاورزان منطقه سیستان، می‌تواند در کاهش نوسانات تولیدی زارعین آن منطقه نقش مؤثری داشته باشد. همان‌طور که نتایج نشان داد، شرکت در طرح‌های مختلف بیمه، می‌تواند منجر به کاهش انحراف استاندارد و ضریب تغییر سود ناچالص

کشاورزی در هر دو شهرستان و برای تمامی سال‌های شبیه‌سازی شده شود. این نتایج، مؤید نتایج به دست آمده از تحقیق اکسل و اسکیز¹ است. همچنین نتایج نشان داد که در صورت اعمال طرح بیمه جریان رودخانه، شرکت در طرح بیمه با بالاترین سطح پوشش (۸۰٪) در بیشتر سال‌های شبیه‌سازی شده و برای اکثر زارعین نسبت به سایر سناریوهای اولویت خواهد بود. تحقیق اکسل و اسکیز نیز این نتایج را تأیید می‌کند. بنابراین، بیمه جریان رودخانه در منطقه سیستان از پتانسیل بسیار بالایی برای کاهش ریسک تولیدی زارعین برخوردار است. با توجه به این پتانسیل، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- صندوق بیمه محصولات کشاورزی به عنوان نماینده دولت در اجرای سیاست‌های بیمه محصولات کشاورزی ضمن تهیه و تدوین دستورالعمل‌های اجرایی لازم، با اجرای طرح بیمه جریان رودخانه، نوسانات درآمدی زارعین منطقه سیستان را مدیریت کند.
- از آنچاکه با توجه به نتایج تحقیق، طرح بیمه جریان رودخانه هیرمند با سطح پوشش ۸۰٪ می‌تواند بیشترین کاهش را در انحراف استاندارد و ضریب تغییر سود ناچالص کشاورزان منطقه سیستان نسبت به سایر طرح‌ها داشته باشد و نیز با توجه به نتایج حاصل از تقاضای بالقوه زارعین برای شرکت در طرح‌های مختلف بیمه که نشان داد اغلب زارعین، شرکت در طرح بیمه با بالاترین سطح پوشش (۸۰٪) را نسبت به سایر طرح‌های بیمه جریان رودخانه ترجیح می‌دهند، لذا پیشنهاد می‌شود که صندوق بیمه محصولات کشاورزی با ارائه و اجرای طرح بیمه جریان رودخانه با ۸۰٪ سطح پوشش، گام بزرگی در جهت کاهش نوسانات تولیدی زارعین منطقه سیستان بردارد.
- از طرف دیگر، صندوق بیمه محصولات کشاورزی می‌تواند هم‌زمان از هر سه طرح بیمه به ترتیب با سطوح پوشش بیمه ۸۰، ۷۵ و ۷۰ درصدی برای جذب زارعین با ضرایب ریسک‌گیری مختلف در هر دو شهرستان استفاده نماید.

منابع و مأخذ

کرمی، ع.، زمانی، غ. کشاورز، م.، (۱۳۸۶). پذیرش بیمه محصولات کشاورزی: سازه‌های تعیین‌کننده. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی*، (۱)، صص ۶۸-۱۴۱.

محمودی، ن.، (۱۳۸۸). تدوین الگوی بیمه خشک‌سالی کشاورزی با استفاده از شاخص بارندگی: مطالعه موردی گندم دیم. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

یزدان‌پناه، م.، زمانی، غ. رضایی مقدم، ک.، (۱۳۸۸). رضایتمندی کشاورزان از بیمه محصولات کشاورزی: کاربرد تحلیل مسیر. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۱۷)، صص ۶۴-۱۳۹.

یزدانی، س. کیانی راد، ع.، (۱۳۸۳). بیمه درآمدی، الگویی جدید در مدیریت ریسک محصولات بخش کشاورزی. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۱۲)، صص ۶۷-۴۷.

Akssell, J.L.; Skees, J., (2008). Using irrigation insurance to improve water usage of the Rio Mayo irrigation system in northwestern Mexico. *World Development*, 36(12), pp. 2663–78.

Bamba, I., (2004). Revenue risk reduction of a rainfall index insurance contract using value-at-risk and dispersion risk measure. Selected Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Tulsa, Oklahoma, February 18.

Breustedt, G.; Bokusheva, R.; Heidelbach, O., (2008). Evaluating the potential of index insurance schemes to reduce crop yield risk in an arid region. *Journal of Agricultural Economics*, 59(2), pp. 312–28.

Gin 'e X.; Townsend, R.; Vickery, J., (2007). Statistical analysis of rainfall insurance payouts in southern India. *American Journal of Agricultural Economics*, 5(80), pp. 1-14.

Hao, J.; Kanakasabai, M.; Skees, J.; Dillon, C., (2004). Hedging crop risk with weather index and individual crop insurance. Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Tulsa, OA. February 14-18.

¹. Akssell and Skees, 2008

Hao, J.; Skees, J., (2003). Structuring institutions to share local weather risk globally. Paper Prepared for Presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada. July 27-30.

Hardaker, J.B.; Huirne, R.B.M.; Anderson, J.R.; Lien, G., (2004). Coping with risk in agriculture, CABI Publishing.

Jewson, S.; Anders, B., (2005). Weather derivative valuation: The meteorological, statistical, financial and mathematical foundations. Cambridge University Press, p. 390.

Karuaihe, R.N.; Wang, H.H.; Young, D.L., (2006). Weather-based crop insurance contracts for African countries. Paper Prepared for Presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia. August 12-18.

Kehkha, A., (2005). Modelling water resources management in the Sistan region of Iran. Ph.D thesis, School of Business, Economics and Public Policy, University of New England, Armidale.

Mafoua, E.K.; Turvey, C., (2003). Weather insurance to protect specialty crops against costs of irrigation in drought years. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada. July 27-30.

Risk Management Agency., (2004). Crop Insurance Program Models. United States Agricultural Department, p. 39.

Steven, W.; Barnett, B.J.; Coble, K.H., (2001). Developing and pricing precipitation insurance. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 26(1), pp. 261-74.

Stoppa, A.; Hess, U., (2003). Design and use of weather derivatives in agricultural policies: The case of rainfall index insurance in Morocco. International Conference Agricultural policy reform and the WTO: Where Are We Heading? Capri, Italy. June 23-26.

United Nations., (2007). Developing index-based insurance for agriculture in developing countries. Sustainable Development Innovation Briefs. New York: UN, p. 8.

Vedenov, D.V.; Barnett, B., (2004). Efficiency of weather derivatives as primary crop insurance instruments. *Journal of Agricultural Resource Economics*, 29(3), pp. 387-403.

Zeuli, K.M.; Skees, J., (2005). Rainfall insurance: A promising tool for drought management. *Water Resources Development*, 21(4), pp. 663-75.

Zimmer, D.; Trivedi, P.K., (2007). Copula modeling: An introduction for practitioners. Now Publishers, Hanover, MA.